

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-127410

(43)Date of publication of application : 09.05.2000

(51)Int.Cl.

B41J 2/06  
B41J 2/205

(21)Application number : 10-305350

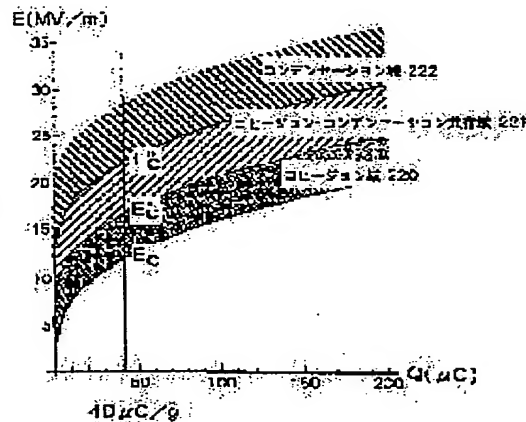
(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 27.10.1998

(72)Inventor :  
RI AKIRA  
SHINOHARA HIDEKI  
FUJIWARA SHIGETAKA  
IMAZEKI SHUJI  
YONEKURA SEIJI  
NAGAE KEIJI

## (54) PRINTER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform recording with high fineness and high gradation at a high speed.**SOLUTION:** When an electric field in a cohesion region 220 is applied to a tip of a discharge electrode, spherical pigment aggregates fly from the tip of the discharge electrode. In this case, a period of ink discharge is relatively long, but fine pixels can be formed on a recording medium because no excessive charged-pigment particles fly from the tip of the discharge electrode. When an electric field in a condensation region 222 is applied to the tip of the discharge electrode, hemispherical or thick-walled shell-like pigment aggregates fly from the tip of the discharge electrode. In this case, an ink solvent containing charged-pigment particles also flies together with the hemispherical or the thick-walled shell-like pigment aggregates and, accordingly, pixels having density higher than that of the pixels formed in the case where the electric field in the cohesion region 220 is applied, can be recorded at a high speed. Such an electric field in the condensation region 222 is suitable for solid recording.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY



(3)

と、(2)各吐出電極と対向電極との間にパルス電界を印加するパルス電界印加手段を有し、さらにそのパルス電界印加手段が、パルス電圧およびパルス幅を変化させることによって印刷ドット直径を変化させる制御手段を有すること、(3)各吐出電極の側面に、それぞれ、インクの流れをガイドする仕切り部材を設け、その仕切り部材の先端(前記インク液滴が流出する先端)が接合されていること、(4)各吐出電極の先端に電圧印加手段を有し、各吐出電極の先端が三角形に形成されており、その先端の角が90度以下、好ましくは30度〜70度であること、のうちの少なくとも1つの条件を満たすことにより、前記インクに含まれている帯電顔料粒子を前記吐出電極の先端部で凝集させ、当該帯電顔料粒子の凝集体を含むインク液滴を噴霧させる。

[0008]前記インクは、(1)前記帯電顔料として、単位質量当りの電荷量10〜200 mC/gかつ粒子半径0.1〜5 μmの電荷量を2〜10 vol%含有すること、(2)位置当りの電荷量または粒子径が互いに異なる帯電顔料粒子を少なくとも2種類含有すること、のうちの少なくとも1つの条件を満たすことが望ましい。

[0009]

[発明の実施の形態]以下、添付の図面を参照しながら、本発明に係る実施の一形態について説明する。  
[0010]まず、本実施の形態に係るインク飛翔原理について説明する。但し、ここでは、説明の便宜上、帯電顔料粒子を含むインクが噴霧されたオリフィス内に吐出電極11aが1本だけ配置された簡略化モデル(図8参照)を用いることとする。

[0011]概要は、図24に示すように、プリンター装置の吐出電極の先端からインク液滴を噴霧させることができる電極には、インク液滴の飛翔形態の異なる3つの相が存在することであり、その詳細は、以下の通りである。

[0012]パルス電圧発生装置13からのパルス電圧が吐出電極11aに印加されると、図9に示すように、吐出電極11a側から対向電極10側に向かう電場が発生する。ここでは、先端の鋭利な吐出電極11aを用いているため、その先端付近に最も強い電場が発生している。このような電場が発生すると、図10に示すように、インク液滴中の個々の帯電顔料粒子1aは、それぞれ、この電場が及ぼされる力 $F_E$ によってインク液滴内に向かって移動する。これにより、インク液滴付近の顔料濃度が濃縮される。そして、図11に示すように、インク液滴付近に濃縮された帯電顔料粒子1aが、電極の反対側によせられて凝集しはじめる。そして、インク液滴付近に顔料凝集体1が球状に成長しはじると、個々の帯電顔料粒子1aには、それぞれ、この顔料凝集体1からの静電反発力 $F_{con}$ が作用しはじめる。すなわち、図々

[0013]ここで、 $\pi$ は、円周率であり、 $\epsilon$ は、インク液滴の誘電率であり、 $q$ は、式(3)により表される帯電顔料粒子1個あたりの電荷量である(以下の式において同じ)。

[0014]

[数3]

$$E_{con} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{nq}{S^2} \quad \dots(2)$$

[数2]

[0017]

[数2]

$$\alpha \frac{4\pi}{3} R^3 = n \frac{4\pi}{3} r^3 \quad \dots(1)$$

[数1]

[0015]

[数1]

[0016]

[数2]

[0017]

[数2]

[0018]

[数3]

[0019]

[数3]

[0020]

[数4]

[0021]

[数4]

[0022]

[数4]

[0023]

[数4]

[0024]

[数4]

[0025]

[数4]

[0026]

[数4]

[0027]

[数4]

[0028]

[数4]

[0029]

[数4]

[0030]

[数4]

[0031]

[数4]

[0032]

[数4]

[0033]

[数4]

[0034]

[数4]

[0035]

[数4]

[0036]

[数4]

[0037]

[数4]

[0038]

[数4]

[0039]

[数4]

[0040]

[数4]

[0041]

[数4]

[0042]

[数4]

[0043]

[数4]

[0044]

[数4]

[0045]

[数4]

[0046]

[数4]

[0047]

[数4]

[0048]

[数4]

[0049]

[数4]

[0050]

[数4]

[0051]

[数4]

[0052]

[数4]

[0053]

[数4]

[0054]

[数4]

[0055]

[数4]

[0056]

[数4]

[0057]

[数4]

[0058]

[数4]

[0059]

[数4]

[0060]

[数4]

[0061]

[数4]

[0062]

[数4]

[0063]

[数4]

[0064]

[数4]

[0065]

[数4]

[0066]

[数4]

[0067]

[数4]

[0068]

[数4]

[0069]

[数4]

[0070]

[数4]

[0071]

[数4]

[0072]

[数4]

[0073]

[数4]

[0074]

[数4]

[0075]

[数4]

[0076]

[数4]

[0077]

[数4]

[0078]

[数4]

[0079]

[数4]

[0080]

[数4]

[0081]

[数4]

[0082]

[数4]

[0083]

[数4]

[0084]

[数4]

[0085]

[数4]

[0086]

[数4]

[0087]

[数4]

[0088]

[数4]

[0089]

[数4]

[0090]

[数4]

[0091]

[数4]

[0092]

[数4]

[0093]

[数4]

[0094]

[数4]

[0095]

[数4]

[0096]

[数4]

[0097]

[数4]

[0098]

[数4]

[0099]

[数4]

[0100]

[数4]

[0101]

[数4]

[0102]

[数4]

[0103]

[数4]

[0104]

[数4]

[0105]

[数4]

[0106]

[数4]

[0107]

[数4]

[0108]

[数4]

[0109]

[数4]

[0110]

[数4]

[0111]

[数4]

[0112]

[数4]

[0113]

[数4]

[0114]

[数4]

[0115]

[数4]

[0116]

[数4]

[0117]

[数4]

[0118]

[数4]

[0119]

[数4]

[0120]

[数4]

[0121]

[数4]

[0122]

[数4]

[0123]

[数4]

[0124]

[数4]

[0125]

[数4]

[0126]

[数4]

[0127]

[数4]

[0128]

[数4]

[0129]

[数4]

[0130]

[数4]

[0131]

[数4]

[0132]

[数4]

[0133]

[数4]

[0134]

[数4]

[0135]

[数4]

[0136]

[数4]

[0137]

[数4]

[0138]

[数4]

[0139]

[数4]

[0140]

[数4]

[0141]

[数4]

[0142]

[数4]

[0143]

[数4]

[0144]

[数4]

[0145]

[数4]

[0146]

[数4]

[0147]

[数4]

[0148]

[数4]

[0149]

[数4]

[0150]

[数4]

[0151]

[数4]

[0152]

[数4]

[0153]

[数4]

[0154]

[数4]

[0155]

[数4]

[0156]

[数4]

[0157]

[数4]

[0158]

[数4]

[0159]

[数4]

[0160]

[数4]

[0161]

[数4]

[0162]

[数4]

[0163]

[数4]

[0164]

[数4]

[0165]

[数4]

[0166]

[数4]

[0167]

[数4]

[0168]

[数4]

[0169]

[数4]

[0170]

[数4]

[0171]

[数4]

[0172]

[数4]

[0173]

(6)

7  
わ、燃料凝集体1は、数式(8)により表される半径R<sub>esc</sub>(以下、これを脱出半径R<sub>esc</sub>と呼ぶ)以上に成長するとインク溶媒100から飛翔する。この数式(8)を参照すれば、燃料凝集体1の脱出半径R<sub>esc</sub>が、パルス電圧によって発生する電場Eの平方根√Eに反比例することになる。例えば、数式(8)のパラメータ $\nu$ 、 $\alpha$ 、 $\rho$ に以下の代数的データを入力し、それによって得られたR<sub>esc</sub>とEとの関係系をグラフ化(図16)すれば、このことは直線的にも確認することができる。

$$\begin{aligned} [0033] \quad & \nu: 20 \text{ dyn/cm} \\ & \alpha: 0.7 \\ & Q: 1.0 (\mu\text{C/g}) \text{ 及び } 4.0 (\mu\text{C/g}) \\ & \rho: 1.4 (\text{g/cm}^3) \end{aligned}$$

以上の結果より、吐出電極11aの先端から燃料凝集体\*  
数9

$$E_c = \left( \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right)^{\frac{2}{3}} \left( \frac{3}{2} \nu \rho \alpha \right)^{\frac{1}{3}} \quad \dots(9)$$

[0035] そして、吐出電極11aの先端に第一間値電場E<sub>c</sub>を印加し続けると、図18に示すように、吐出電極11aの先端から燃料凝集体1が適当な周期(c)〜(f)で繰り返し飛翔する。なお、図18に示した現象は、後述のコヒーレンス域(図24の220)の下部で生じる。

[0036] 吐出電極11aの先端の電場をさらに強めると、帯電燃料粒子1aの集束力および集束速度が高まると共に燃料凝集体1の脱出半径R<sub>esc</sub>が小さくなるため、図19に示すように、より小さな燃料凝集体1がより短周期(c)〜(e)に繰り返し飛翔するようになる。なお、図19に示した現象は、後述のコヒーレンス域(図24の220)の上部で生じる。

[0037] そして、吐出電極11aの先端の電場が第一間値電場E<sub>c</sub>の約1.5倍を超えると、帯電燃料粒子1aの集束力および集束速度がかなり大きくなり、図11に示した球状の燃料凝集体1と共に、図20に示すような、吐出電極11aの側面に引き込まれた球状もしくは肉厚な燃料凝集体190が成長し始める。このように、吐出電極11aの側面に引き込まれた球状の燃料凝集体190を吐出する状態または肉厚シェルの燃料凝集体190を吐出する状態は、後述のコヒーレンス域(図24の220)の下部で生じる。なお、燃料凝集体190の形状を半球と仮定すれば、第一間値電場E<sub>c</sub>と同様な計算手順に従って導出することができる。例えば、図17のグラフを作成するために用いたパラメータ値( $\nu: 20 \text{ dyn/cm}$ ,  $\alpha: 0.7$ ,  $Q: \mu\text{C/g}$ ,  $\rho: 1.4 (\text{g/cm}^3)$ )と同じパラメータ値を用いて、燃料凝集体190の半径R<sub>esc</sub>および脱出半径R<sub>con</sub>を電場Eで表した数式をそれぞれ算出すれば、図21に示すように、これら2つの数式が交差するグラフの交点として第

8  
\*1を飛翔させるには、吐出電極11aの先端付近に所定強度を超える電場を印加しなければならないことがわかる。すなわち、図12および図16に示した特性のうち、単位質量当りの電荷量40  $\mu\text{C/g}$ の帯電燃料粒子1aについてのものを1つのグラフにまとめると、図17に示すように、吐出電極11aの先端付近に少なくとも電場E<sub>c</sub>(以下、第一間値電場E<sub>c</sub>と呼ぶ)が印加されれば、燃料凝集体1の半径R<sub>con</sub>が脱出半径R<sub>esc</sub>を超え、吐出電極11aの先端から燃料凝集体1が飛翔しはじめることがわかる。この第一間値電場E<sub>c</sub>は、数式(5)および数式(6)においてR<sub>con</sub>=R<sub>esc</sub>とおくことによつて、次式(9)のように得られる。

$$\begin{aligned} [0034] \\ [数9] \end{aligned}$$

9  
ようにインク溶媒100が切断されず連続的に飛翔するのは、インク溶媒100を切断しようとする表面張力 $\gamma$ による圧力Pが、インク溶媒100内部に含まれている帯電燃料粒子1a間の静電反発力によって相殺されているためである。インク溶媒100の表面張力 $\gamma$ による圧力Pは、次式(10)により表される。

$$\begin{aligned} [0041] \\ [数10] \quad & \text{数10} \\ & P = \frac{\gamma}{r} \quad \dots(10) \end{aligned}$$

[0042] ここで、rは、インク溶媒100の端面の半径である。  
[0043] 以上説明したインク飛翔原理をまとめると、以下の通りである。

[0044] 吐出電極11aの先端からインク液滴を飛翔させることができる電場域は、図24に示すように、以下の3つに大別することができる。

[0045] 1つは、第一間値電場E<sub>c</sub>から第二間値電場E<sub>m</sub>までのコヒーレンス域220であり、この電場域内では、インク液滴として、図11に示した球状の燃料凝集体1だけが飛翔する。また、インク吐出初期は比較的長い、吐出電極11aの先端から余分な帯電燃料粒子が飛翔しないため、微細な面素を記録媒体上に形成することができ、このようなコヒーレンス域220は高精細記録に適している。

[0046] 残りの2つは、第二間値電場E<sub>m</sub>以上の電場域に属している。そのうちの1つは、図20に示した半球状または肉厚シェルの燃料凝集体190だけが飛翔するコンデンセンション域222であり、もう1つは、コヒーレンス域220からコンデンセンション域222に遷移するまでのコヒーレンス・コンデンセンション共存域221である。コンデンセンション領域222では、吐出電極11aの先端から、半球状または肉厚シェルの燃料凝集体190と共に、帯電燃料粒子を含むインク溶媒100が、コヒーレンス域220より大きな面素を高速に記録することができ、このようなコンデンセンション領域222は球状燃料凝集体に適している。

[0047] そこで、本実施の形態では、ここで示した3つの電場域のうちの2つ、すなわち、コヒーレンス域220およびコンデンセンション域222を利用することによって、プリンター装置に3種類の記録モード(コヒーレンス域220を利用するコヒーレンスモード、コンデンセンション域222を利用するコンデンセンションモード)を持たせるとした。以下、そのプリンター装置の全体構成について説明する。但し、ここでは、印刷の便宜上、ライン型のモノクロプリンターを例に挙

(6)

10

[0048] 本プリンター装置の筐体内には、図1に示すように、低誘電体材料(アクリル樹脂、セラミック等)で形成されたライン型吐出電極ヘッド11、記録ヘッド11のインク吐出口に對向するように配置された食品または高誘電体製の対向電極10、非誘電性のインク媒体に帯電燃料粒子を分散させたインクを蓄えておくためのインクタンク12、インクタンク12と記録ヘッド11との間でインクを循環させるインク循環系、記録画像の1面素を形成するインク液滴を引くためのパルス電圧を各吐出電極11aにそれぞれ印加するためのパルス電圧発生装置13、画像データに応じてパルス電圧発生装置13を制御する駆動回路(不図示)、記録ヘッド11と対向電極10との間に設けられた側面に記録媒体Aを通過させる記録媒体搬送機構(不図示)、装置全体を制御するコントローラ(不図示)等が収容されている。

[0049] さて、インク循環系は、記録ヘッド11とインクタンク12との間をつなぐ2本のパイプ15a、15b、コントローラの制御によって駆動される2台のポンプ14a、14bによって構成されている。そして、記録ヘッド11にインクを供給するためのインク供給系と、記録ヘッド11からインクを回収するためのインク回収系とに分かれている。インク供給系では、インクタンク12内からインクがポンプ14aで吸い上げられ、それがパイプ15aを介して記録ヘッド11のインク供給部(図2および図3の20a)へと圧送される。一方、インク回収系では、記録ヘッド11のインク回収部(図2および図3の20b)からインクがポンプ15bで吸引され、それがパイプ15bを介してインクタンク12へと強制的に回収される。

[0050] そして、記録ヘッド11には、図2および図3に示すように、インク供給系のパイプ15aから送り込まれたインクをライン幅に広げるインク供給部20a、インク供給部20aからのインクを山形に導くインク流路21、インク流路21とインク回収系のパイプ15bとをつなぐインク回収部20b、インク流路21の頂上部を対向電極10側に開放する適当な幅(約0.2mm)のスリット状インク吐出口22、所定のピッチ(約0.2mm)でインク吐出口22内に配列された上面の吐出電極11a、各吐出電極11aの両側および上面にそれぞれ配置された低誘電体製(例えば、セラミック製)の仕切り壁23が設けられている。各吐出電極11aは、種々の、銅、ニッケル等の金属で形成され、その表面には、ポリミッド膜)が形成されている。また、各吐出電極11aの先端は、三角形状に形成されており、それれが適当な長さ(70  $\mu\text{m}$ 〜80  $\mu\text{m}$ )だけインク吐出口22から対向電極10側に向かって突き出している。[0051] そして、駆動回路が、コントローラの制御に応じて、2種類の印刷信号(第一印刷信号、第二印刷

(7)

12

とができる。このように補助電極60は、各吐出電極11aの両側に設けられた仕切り壁23を横断体とし、その中間層として配置することができ、

【0054】また、図1においては、1枚の対向電極10をアースに接続しているだけであるが、図6(a)に示すように、金属または高誘電率の対向電極61を各吐出電極11a毎にそれぞれ設け、対向電極61の電位と吐出電極11aの電位を同相制御するようすれば、インク液滴の飛翔を促進することができる。また、図1に示すように、各対向電極61に印加すべきパルス電圧のパルス幅を、飛翔中のインク液滴が記録媒体上に到達するまでの時間を味付けして定めれば、インク液滴の飛び散りを防止することができる。

【0055】また、本実施の形態では、互いにパルス電位が異なる2種類のパルスをバイアス電圧に重畳させているが、パルス電位をより細かく制御することができれば、より高解像度の記録を実現することができ、さらにパルス幅変調を行えば、より高解像度の記録を実現できることは言うまでもない。

【0056】最後に、本実施の形態に係るプリンタ装置への使用に際しては、図1のインクについて説明する。

【0057】前述の第一隣電極E<sub>1</sub>は、インク液面付近で球状顔料凝集体1および半球状顔料凝集体190を吐出半径まで成長させるための必要最小限の電場であるため、この程度の電場を吐出電極11aの先端に印加しただけでは、図18に示すように顔料凝集体1が顔料凝集体まで成長する時間が増え、吐出電極11aの先端からインク吐出周期が10秒以上となり、充分な記録速度を得ることができない。充分な記録速度を得るには、吐出電極11aの先端の電場を第一隣電極E<sub>1</sub>よりもさらに強めに第一隣電極E<sub>2</sub>の1.2倍～1.5倍程度、帯電顔料粒子1aの凝集力および飛翔速度を高めることにより、図19に示すように吐出電極11aの先端から顔料凝集体1の飛翔頻度を増加させる必要がある。ところで、吐出電極11aの先端の電場を第一隣電極E<sub>1</sub>よりも高値なパワー半導体等が必要となるため、吐出電極11aの先端の電場はコスト面からの上限がある。このように限られた範囲の電場で充分な記録速度を得るには、できるだけ第一隣電極E<sub>2</sub>を抑制すればよい。

【0058】そこで、式(9)を検討すると、第一隣電極E<sub>2</sub>が、インク液滴の表面電圧V<sub>s</sub>の三乗根 $\sqrt[3]{V_s}$ に比肩すること、すなわち、インク液滴の表面電圧V<sub>s</sub>を抑制すれば、それに伴って第一隣電極E<sub>2</sub>が抑制されることと判る。このことから、インク液滴の表面電圧V<sub>s</sub>を低下させる界面活性剤の添加が、第一隣電極E<sub>2</sub>の抑制に有効であることが期待される。例えば、物理的にはインク媒体に適していることとされる有機溶剤の表面電圧は、フッ素系界面活性剤の添加により1.3～1.4 dyn/cm<sup>2</sup>まで抑制される。また、物理的な面からインク媒体への使用が望まれる水(但し、本実施の形態の場合には、

13

非導電性を確保するため水の表面電圧は、2.5° Cにおいて7.25 dyn/cm<sup>2</sup>であるが、非イオン界面活性剤の添加により20 dyn/cm<sup>2</sup>まで抑制される。なお、界面活性剤の添加は、インクの適当な粘度を確保する上でも有用である。

【0059】さらに式(9)を検討すると、第一隣電極E<sub>2</sub>は、帯電顔料粒子1aの単位質量当りの電荷量Qの二乗根 $\sqrt{Q}$ に比例すること、すなわち、帯電顔料粒子1aの単位質量当りの電荷量Qを抑制すれば、それに伴って第一隣電極E<sub>2</sub>が抑制されることが判る。

例えば、式(9)のパラメータ数 $\gamma, \alpha, \beta$ に前述の代々の関係をグラフ化(図25)すれば、このことは換算的に導出することができる。充分な記録速度を得るためには、吐出電極11aの先端に第一隣電極E<sub>2</sub>の1.2倍～1.5倍程度の電場を印加する必要があることを考慮すれば、吐出電極11aの先端が球状形状(三角錐形状)である場合にパワー半導体を使用しないのであれば、図25において、第一隣電極E<sub>2</sub>が約20 MV/m以下の質量当りの電荷量Qが2000 μC/g以下の場合である。これを超えれば、吐出電極11aに最低でも6 kV～1.2 kV程度の電位の印加が必要となり、パワー半導体を使用せざるを得なくなる。したがって、低コストで充分な記録速度を得るには、インク中の帯電顔料粒子1aの単位質量当りの電荷量Qを約2000 μC/g以下にする必要がある。しかし、帯電顔料粒子1aの単位質量当りの電荷量を抑制しすぎると、インクタンクやインクの静電反発力が小さくなり、帯電顔料粒子1a相互の凝集力が小さくなり、インク中の帯電顔料粒子の割合を2%～10%であることが望ましい。ここで、インク中の帯電顔料粒子の割合を10%以下としているのは、インク中の帯電顔料粒子の割合がこの値を超えると粘度が過剰に大きくなって粘度が変化するからである。一方、インク中の帯電顔料粒子の割合を約2%以下とすれば、インク中の帯電顔料粒子の割合を1%以上としたのは、インク中の帯電顔料粒子の割合を約2%以下とすれば、以下に示すように約1～10 KHz程度の応答周波数を要することではない。ところが、インク中の帯電顔料粒子1aの割合を約2%以下とし、インク中に生じた顔料凝集体によってインク粘度100に増加の恐れが生じる。帯電顔料粒子1aは、この場の流れによって、約1～10 KHz程度の応答周波数を実現可能な程度に高速移動するようになる。例えば、単位質量あたりの電荷量400 μC/g、密度1.4 g/cm<sup>3</sup>、半径0.25 μmの高分子帯電顔料粒子を有機溶剤に4%分散させたインクの場合、当初、インク液滴中に生じた帯電顔料粒子1aの分布は、図27に示すように一様であるが、1 kVの電圧が印加されると、その電位差を打ち消すべく、図28に示すように変化する。この変化過程において、帯電顔料粒子1aは、以下のように移動する。インク液滴中における帯電顔料粒子の分布には、ある程度のバラツキがある。このバラツキに電場が印加されると、顔料凝集体の大きさと小さいの差によってインク液滴に高が生ずる。

(8)

14

り、インク液滴中における帯電顔料粒子1aの移動速度が低下する。記録速度が低下すると、とくに帯電顔料粒子1aの半径rが5 μmより大きくなると、記録速度の低下が顕著となる。そこで、記録速度の低下防止および上記不具合(1)(2)(3)の発生回避の双方を達成できる範囲、すなわち、0.1 μm以上5 μm以下の範囲で、インクに分散させる帯電顔料粒子1aの半径rを定める必要がある。

【0061】なお、帯電顔料粒子間の静電反発力が小さいために起こる上記不具合(1)(2)(3)をより効果的に防止するには、面形成に寄与する上記帯電顔料粒子1aのほかに、インク液滴等への帯電顔料粒子1aの付着・凝集を防止する1種類または2種類以上の帯電顔料粒子、例えば、帯電顔料粒子1よりも電荷量が大きい帯電顔料粒子、または、帯電顔料粒子1よりも電荷量が大きい帯電顔料粒子を50 vol%未満分散させればよい。

【0062】また、インク中の帯電顔料粒子の割合は、約2%～10%であることが望ましい。ここで、インク中の帯電顔料粒子の割合を10%以下としているのは、インク中の帯電顔料粒子の割合がこの値を超えると粘度が過剰に大きくなって粘度が変化するからである。一方、インク中の帯電顔料粒子の割合を約2%以下とすれば、以下に示すように約1～10 KHz程度の応答周波数を要することではない。ところが、インク中の帯電顔料粒子1aの割合を約2%以下とし、インク中に生じた顔料凝集体によってインク粘度100に増加の恐れが生じる。帯電顔料粒子1aは、この場の流れによって、約1～10 KHz程度の応答周波数を実現可能な程度に高速移動するようになる。例えば、単位質量あたりの電荷量400 μC/g、密度1.4 g/cm<sup>3</sup>、半径0.25 μmの高分子帯電顔料粒子を有機溶剤に4%分散させたインクの場合、当初、インク液滴中に生じた帯電顔料粒子1aの分布は、図27に示すように一様であるが、1 kVの電圧が印加されると、その電位差を打ち消すべく、図28に示すように変化する。この変化過程において、帯電顔料粒子1aは、以下のように移動する。インク液滴中における帯電顔料粒子の分布には、ある程度のバラツキがある。このバラツキに電場が印加されると、顔料凝集体の大きさと小さいの差によってインク液滴に高が生ずる。

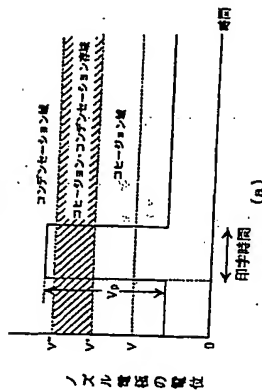




(11)

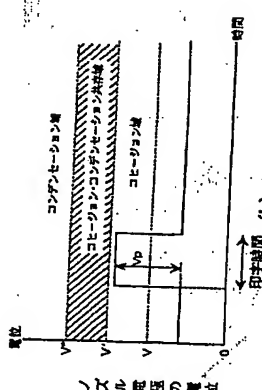
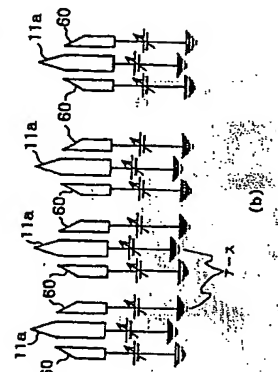
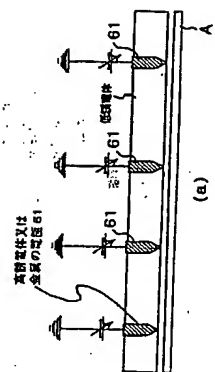
【図5】

図5



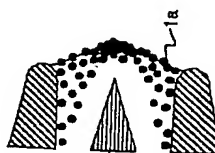
【図6】

図6



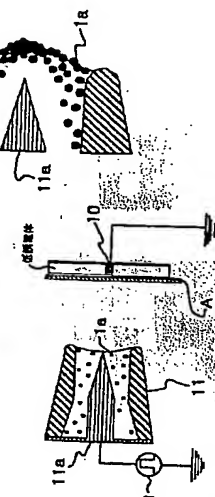
【図10】

図10



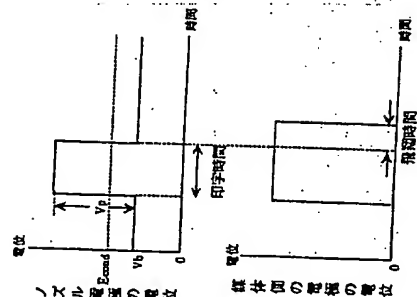
【図8】

図8



【図7】

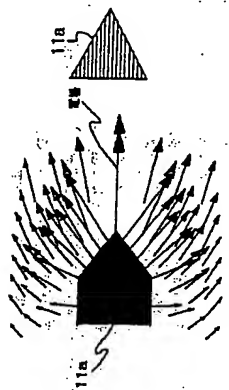
図7



(12)

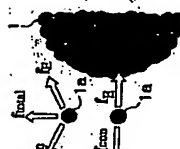
【図9】

図9

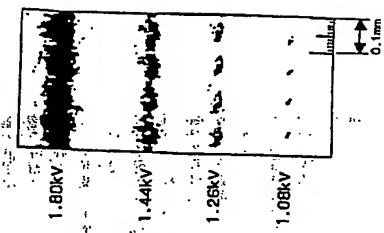


【図11】

図11

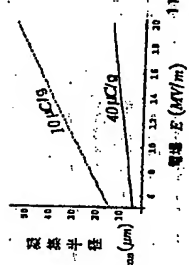


【図29】



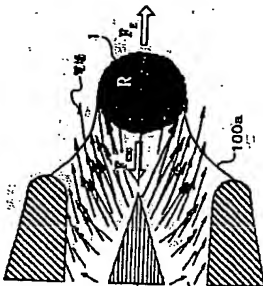
【図12】

図12



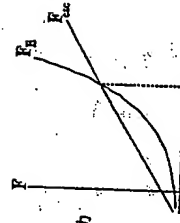
【図13】

図13



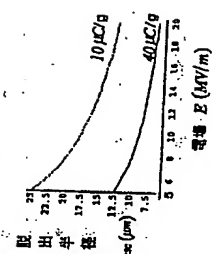
【図14】

図14



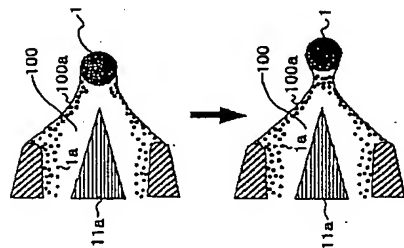
【図16】

図16

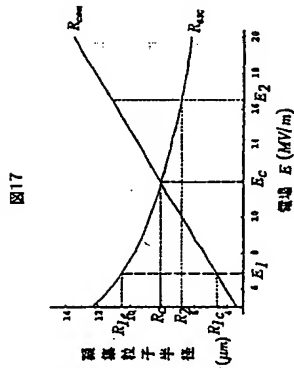


(13)

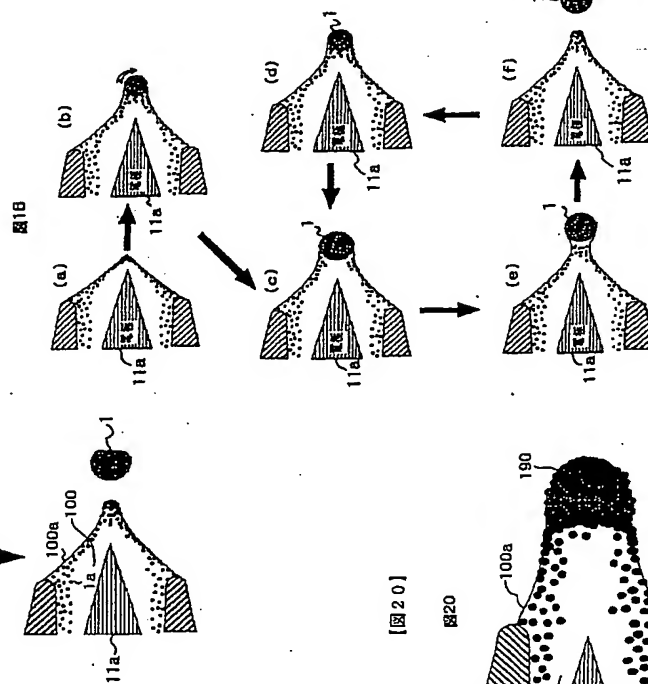
【図15】



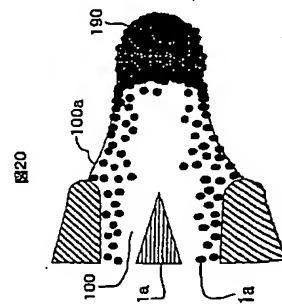
【図17】



【図18】

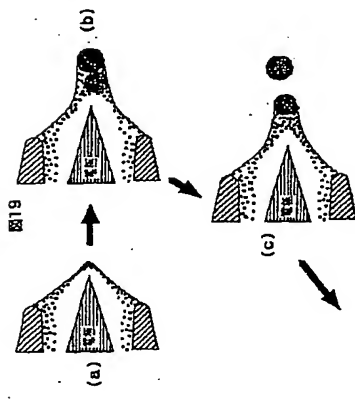


【図20】

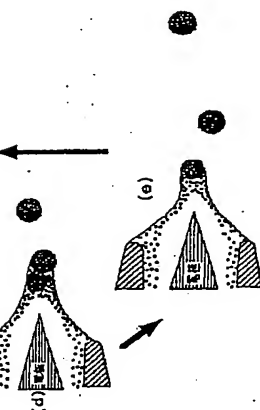


(14)

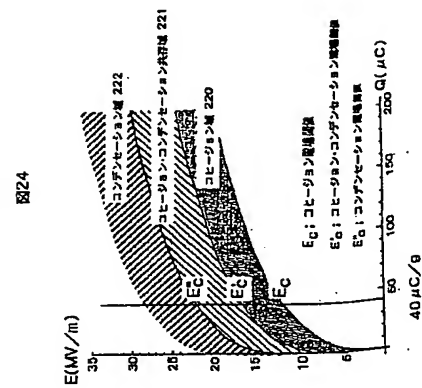
【図19】



【図23】



【図24】

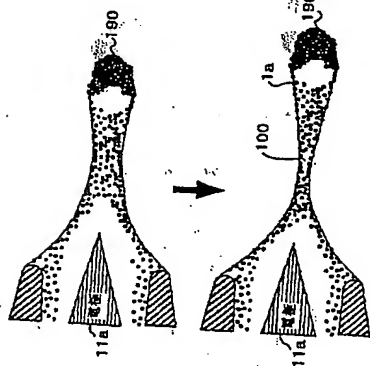




(15)

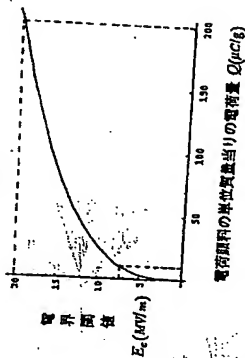
【図22】

図22



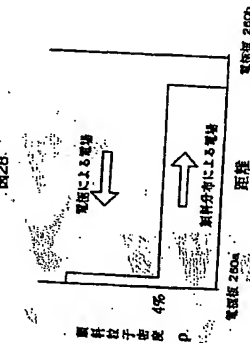
【図25】

図25



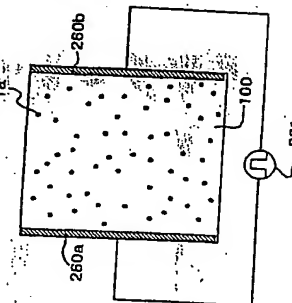
【図28】

図28



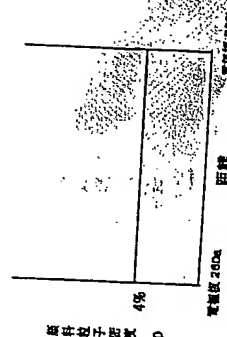
【図26】

図26



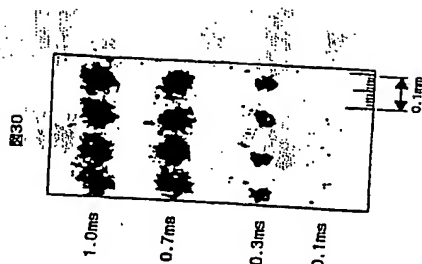
【図27】

図27



(16)

【図30】



フロントページの続き

(72)発明者 藤原 重隆

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 今岡 周治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 米倉 清治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 長江 盛治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 2C057 AP21 AC22 AH07 AM21 AM22

BD05 DB01 DC15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**